

WÄRMESENKE FÜR EINEN GEPULSTEN LASERDIODENBARREN MIT OPTIMISIERTER  
THERMISCHER ZEITKONSTANTE

Beschreibung

Diese Patentanmeldung beansprucht die Priorität der deutschen Patentanmeldungen 102004004097.4 und 10355602.8, deren Offenbarungsgehalt hiermit durch Rückbezug aufgenommen wird.

Bei strahlungsemittierenden optoelektronischen Bauelementen für den Hochleistungsbetrieb ist eine geeignete Abfuhr der als Wärme auftretenden Verlustleistung erforderlich, da sich eine Aufheizung des Bauelements nachteilig auf die optischen Eigenschaften und die Langzeitstabilität auswirkt. Insbesondere kann eine Temperaturerhöhung eine Verschiebung der Wellenlänge, einen reduzierten Wirkungsgrad, eine verkürzte Lebensdauer oder sogar die Zerstörung des Bauelements bewirken. Aus diesem Grund werden optoelektronische Bauelemente im Hochleistungsbetrieb oftmals auf einer Wärmesenke montiert. Es sind sowohl passive Wärmesenken, beispielsweise ein Kupferblock, als auch aktive Wärmesenken, zum Beispiel Wärmesenken mit einem von einer Flüssigkeit durchströmten Mikrokanalsystem bekannt.

Eine Mikrokanalwärmesenke für Hochleistungslaserdioden ist zum Beispiel in der DE 43 15 580 A1 beschrieben. Um eine gute Wärmeabfuhr zu gewährleisten, wird bei derartigen Mikrokanalwärmesenken versucht, den Wärmewiderstand zwischen dem Bauelement und der Wärmesenke möglichst gering zu halten. Dies erfolgt beispielsweise dadurch, daß die Wandstärke der Wände zwischen den Mikrokanälen beziehungsweise der Außenwand der Wärmesenke an der an das optoelektronische Bauelement angrenzenden Seite gering gehalten werden. Dadurch wird neben dem thermischen Widerstand auch die Wärmekapazität der Wärmesenke erniedrigt.

Der zeitliche Verlauf der Temperaturänderungen eines optoelektronischen Bauelements bei einem Schaltvorgang läßt sich oftmals näherungsweise durch die exponentiellen Funktionen

$$\Delta T(t-t_1) = \Delta T_{\infty} \left( 1 - e^{-\frac{t-t_1}{\tau}} \right) \text{ bei Temperaturanstiegen bzw.}$$

$$\Delta T(t-t_2) = \Delta T(t=t_2) e^{-\frac{t-t_2}{\tau}} \text{ bei Temperaturabnahmen beschreiben.}$$

$\Delta T(t)$  ist die Temperaturänderung, also die Differenz zwischen der aktuellen Temperatur und der Ausgangstemperatur, zum Zeitpunkt  $t$ , wobei  $t_1$  bzw.  $t_2$  die zugehörigen Schaltzeitpunkte für einen Temperaturanstieg bzw. eine Temperaturabnahme sind.  $\Delta T_{\infty}$  ist der Grenzwert der Temperaturerhöhung, gegen die  $\Delta T(t)$  für  $t \rightarrow \infty$  konvergieren würde. Dieser Grenzwert würde in etwa bei längerer Betriebszeit im cw-Betrieb erreicht werden.

Üblicherweise wird versucht, diesen Grenzwert zu minimieren, um die Maximaltemperatur des Bauelements möglichst gering zu halten.  $\Delta T_{\infty}$  hängt insbesondere vom Wärmewiderstand zwischen dem optoelektronischen Bauelement und der Wärmesenke ab.  $\tau$  ist eine thermische Zeitkonstante, die ebenfalls von verschiedenen Parametern, wie beispielsweise der Wärmekapazität, dem Wärmewiderstand zur Wärmesenke oder der wärmeabstrahlenden Fläche des Bauelements abhängt. Je größer  $\tau$  ist, desto langsamer erfolgen die Temperaturänderungen.

Bei optoelektronischen Bauelementen, die gepulst betrieben werden, besteht insbesondere bei geringen Frequenzen die Gefahr, daß das Bauelement mechanischen Wechselbelastungen aufgrund von Temperaturänderungen mit der Pulsfrequenz ausgesetzt wird. Dies hat mechanische Wechselbelastungen zur Folge, durch die das Bauelement in seiner Funktion beeinträchtigt oder sogar zerstört werden könnte.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein optoelektronisches Bauelement mit einer Wärmesenke zu schaffen, bei dem die durch den Pulsbetrieb entstehenden mechanischen Wechselbelastungen vermindert sind. Weiterhin soll ein Verfahren zu dessen Herstellung angegeben werden.

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß durch ein optoelektronisches Bauelement nach Patentanspruch 1 bzw. ein Verfahren nach Patentanspruch 13 oder Patentanspruch 14 gelöst. Vorteilhafte Ausgestaltungen und Weiterbildungen der Erfindung sind Gegenstand der abhängigen Ansprüche.

Erfindungsgemäß ist bei einem strahlungsemittierenden optoelektronischen Bauelement, das mit einer Wärmesenke verbunden ist, und für einen gepulsten Betrieb mit der Pulsdauer  $D$  vorgesehen ist, und bei dem im gepulsten Betrieb Temperaturänderungen des optoelektronischen Bauelements mit einer thermischen Zeitkonstanten  $\tau$  erfolgen, die thermische Zeitkonstante  $\tau$  zur Verringerung der Amplitude der Temperaturänderungen an die Pulsdauer  $D$  angepaßt. Unter der Amplitude der Temperaturänderungen wird die Differenz zwischen der höchsten und der niedrigsten Temperatur des optoelektronischen Bauelements während eines Pulses verstanden. Die thermische Zeitkonstante ist die Konstante  $\tau$  in den zuvor angegebenen Gleichungen für  $\Delta T(t)$ . Bei einem von diesen Beziehungen abweichenden Temperaturverlauf soll im Rahmen der Erfindung unter der thermischen Zeitkonstante  $\tau$  eines optoelektronischen Bauelements die beste Näherung für  $\tau$  verstanden werden, die beispielsweise durch eine Kurvenanpassung der oben genannten Gleichungen an den tatsächlichen Temperaturverlauf ermittelt werden kann. Im Zweifel kann hierfür die Zeit herangezogen werden, die einem gegebenenfalls extrapolierten Temperaturabfall auf das  $1/e$ -fache der Ausgangstemperatur entspricht.

Bevorzugt gilt für die thermische Zeitkonstante  $\tau$  der Temperaturänderungen des optoelektronischen Bauelements während

des gepulsten Betriebs  $\tau \geq 0,5 D$ . Besonders bevorzugt gilt  $\tau \geq D$ .

Mit einer derartig an den gepulsten Betrieb angepaßten thermischen Zeitkonstante wird vorteilhaft erreicht, daß die Temperaturänderungen während des gepulsten Betriebs verhältnismäßig gering ausfallen. Eine mechanische Wechselbelastung des optoelektronischen Bauelements durch temperaturbedingte mechanische Spannungen wird dadurch verringert.

Beispielsweise beträgt  $\Delta T(t)$  zum Ende eines Pulses, also für  $t = D$ , für  $\tau = 0,5 D$  etwa  $0,86 \Delta T_{\infty}$  und für  $\tau = D$  etwa  $0,63 \Delta T_{\infty}$ . Es kann auch vorteilhaft sein, größere Werte für  $\tau$  zu verwenden, um die Temperaturerhöhung am Ende eines Pulses noch weiter zu verringern. Beispielsweise beträgt  $\Delta T(t = D)$  für  $\tau = 2D$  etwa  $0,39 \Delta T_{\infty}$  oder für  $\tau = 3D$  etwa  $0,283 \Delta T_{\infty}$ .

Einer derartigen Optimierung der thermischen Zeitkonstante liegt die Erkenntnis zugrunde, daß Temperaturänderungen neben der erreichten Maximaltemperatur einen entscheidenden Einfluß auf die Langzeitstabilität des Bauelements haben. Deshalb ist es sinnvoll, die Amplitude der Temperaturänderungen zu minimieren.

Für eine Erhöhung der thermischen Zeitkonstante  $\tau$  sind unter Umständen Maßnahmen erforderlich, die eine Erhöhung des Wärmerwiderstands zwischen der Wärmesenke und dem optoelektronischen Bauelement bewirken. Dies kann eine Erhöhung des Grenzwerts  $\Delta T_{\infty}$  zur Folge haben. Andererseits sollte aber die Wärmeabfuhr von dem optoelektronischen Bauelement zur Wärmesenke groß genug sein, daß die nach längerer Betriebszeit erreichte Maximaltemperatur einen noch akzeptablen Wert nicht übersteigt. In der Regel muß daher ein Kompromiß zwischen einem akzeptablen Wert für  $\Delta T_{\infty}$  und einem akzeptablen Wert für  $\tau$  gefunden werden.

Bei der Erfindung wird also zur Verbesserung der Langzeitstabilität bei gepulsten optoelektronischen Bauelementen dadurch erzielt, daß eine Verringerung der Temperaturänderungen im Hinblick auf die Langzeitstabilität des Bauelements selbst dann vorteilhaft ist, wenn die verringerten Änderungen auf einem etwas höheren Temperaturniveau erfolgen als größere Änderungen auf einem vergleichsweise etwas niedrigerem Temperaturniveau.

Die Temperaturänderungen während des Pulsbetriebs sind bei der Erfindung bevorzugt auf einen Wert, der geringer ist als  $\Delta T = 12 \text{ K}$ , reduziert.

Besonders vorteilhaft ist die Erfindung für strahlungsemitierende optoelektronische Bauelemente, deren Ausgangsleistung 20 W oder mehr beträgt und/oder deren Pulsfrequenz zwischen 0,1 Hz und 10 Hz beträgt. Insbesondere kann das strahlungsemitierende optoelektronische Bauelement ein Laserdiodenbarren sein.

Die Wärmesenke, mit der das optoelektronische Bauelement verbunden ist, ist bevorzugt eine aktiv gekühlte Wärmesenke. Diese kann beispielsweise ein von einem Kühlmittel, zum Beispiel Wasser, durchströmtes Mikrokanalsystem aufweisen.

Das optoelektronische Bauelement ist beispielsweise mit einer Lötverbindung mit einer Oberfläche der Wärmesenke verbunden.

Die thermische Zeitkonstante  $\tau$  wird vorteilhaft durch die Wandstärke einer an das optoelektronische Bauelement angrenzenden Wand des Mikrokanalsystems dimensioniert. Diese Wandstärke beträgt vorteilhaft 0,5 mm oder mehr. Besonders bevorzugt beträgt die Wandstärke 1 mm oder mehr, beispielsweise zwischen 1 mm und einschließlich 2 mm.

Die Wärmesenke kann insbesondere Kupfer enthalten. Es sind im

Rahmen der Erfindung aber auch andere Materialien, die eine gute thermische Leitfähigkeit aufweisen, denkbar.

Die Erfindung wird im folgenden anhand eines Ausführungsbeispiels im Zusammenhang mit den Figuren 1 bis 3 näher erläutert. Es zeigen:

Figur 1 einen schematisch dargestellten Querschnitt durch ein Ausführungsbeispiel eines optoelektronischen Bauelements gemäß der Erfindung,

Figur 2 eine Simulation der Erwärmung eines optoelektronischen Bauelements auf einer Zeitskala von 0 ms bis 300 ms für vier verschiedene Ausführungsformen einer Wärmesenke und

Figur 3 eine Simulation der Erwärmung eines optoelektronischen Bauelements auf einer Zeitskala von 0 ms bis 1000 ms für vier verschiedene Ausführungsformen einer Wärmesenke.

Das in Figur 1 schematisch dargestellte optoelektronische Bauelement 1 ist mit einer Wärmesenke 3 verbunden. Dazu ist es beispielsweise mit einer Lötverbindung 2 auf einer Oberfläche 8 der Wärmesenke 3 befestigt. Die Wärmesenke 3 ist in diesem Beispiel eine aktiv gekühlte Wärmesenke, die ein Mikrokanalsystem 6 mit einem Zulauf 4 und einem Ablauf 5 für ein Kühlmittel aufweist, das das Mikrokanalsystem 6 durchströmt. Das Kühlmittel ist eine Flüssigkeit, insbesondere Wasser, oder ein Gas.

Das strahlungsemittierende optoelektronische Bauelement 1 emittiert Pulse mit einer Pulsdauer D. Insbesondere kann das optoelektronische Bauelement 1 ein Hochleistungsdiodelnaser oder ein Hochleistungsdiodelnaserbarren sein. Besonders vorteilhaft ist die Erfindung für strahlungsemittierende opto-

elektronische Bauelemente 1, die eine Ausgangsleistung von 20 W oder mehr aufweisen.

Die Pulse werden mit einer Pulsfrequenz  $f$  emittiert, die beispielsweise zwischen 0,1 Hz und 10 Hz beträgt. Die Pulsdauer  $D$  ist kleiner die Periode  $t_p = 1 / f$ . Das Verhältnis der Pulsdauer  $D$  zur Periode  $t_p$  wird üblicherweise als Tastverhältnis  $q$  bezeichnet, es gilt also  $D = q * t_p$ .

Die Wärmesenke 3 dient einerseits dazu, die durch die Verlustleistung des optoelektronischen Bauelements 1 entstehende Wärme abzuführen. Durch eine Einstellung der thermischen Konstanten  $\tau$  auf einen Wert  $\tau > 0,5 D$ , bevorzugt  $\tau > D$ , werden auch die Temperaturänderungen im Pulsbetrieb reduziert.

Die thermische Zeitkonstante  $\tau$  kann beispielsweise durch die Dimensionierung der Wandstärke 7 der an das optoelektronische Bauelement 1 angrenzenden Wand der Wärmesenke 3 eingestellt werden. Diese Wandstärke entspricht dem Abstand zwischen der dem optoelektronische Bauelement 1 zugewandten Oberfläche 8 der Wärmesenke 3 und dem der Oberfläche 8 nächstliegenden Mikrokanal 6.

Eine Erhöhung der Wandstärke 7 bewirkt eine Vergrößerung der thermischen Zeitkonstanten  $\tau$ . Dies verdeutlichen die in den Figuren 2 und 3 dargestellten Simulationsrechnungen der Zeitabhängigkeit der Temperaturerhöhung  $\Delta T$  eines optoelektronischen Bauelements 1 für verschiedene Werte der Wandstärke 7. Die Kurve 9 stellt den zeitlichen Verlauf der Temperaturerhöhung für eine aktiv gekühlte Wärmesenke mit einer Wandstärke von 0,1 mm dar, die Kurve 10 für eine aktiv gekühlte Wärmesenke 3, bei der die Wandstärke 7 gleich 1 mm ist, die Kurve 11 für eine aktiv gekühlte Wärmesenke 3, bei der die Wandstärke 7 gleich 2 mm ist und die Kurve 12 für eine passive Wärmesenke, die durch einen Kupferblock ohne aktiv gekühltes Mikrokanalsystem gebildet ist. Die thermischen Zeitkonstanten  $\tau$  betragen etwa 10 ms bei 0,1 mm Wandstärke (Kurve 9), etwa

20 ms bei 1 mm Wandstärke (Kurve 10), etwa 60 ms bei 2 mm Wandstärke (Kurve 11) und etwa 400 ms bei der passiven Wärmesenke (Kurve 12).

Eine Erhöhung der thermischen Zeitkonstanten  $\tau$ , die bei den Kurven 9 und 10 durch eine Verstärkung der Wandstärken 7 erreicht wird, oder bei der Kurve 12 durch die Verwendung einer passiven Wärmesenke erreicht wird, ist vorteilhaft, wenn die thermische Zeitkonstante  $\tau$  größer als die Hälfte der Pulsdauer  $D$ , bevorzugt größer als die Pulsdauer  $D$ , ist. Im ersten Fall erreicht die Temperaturerhöhung  $\Delta T$  maximal etwa 86% des Grenzwerts  $\Delta T_{\infty}$ , und im zweiten Fall etwa 63% des Grenzwerts  $\Delta T_{\infty}$ .

Bei einer Pulsdauer von zum Beispiel  $D = 25$  ms ist der Erfindung entsprechend die Bedingung  $\tau > 0,5 D$  für die aktive Wärmesenke mit 1 mm Wandstärke (Kurve 10) erfüllt, da für diese  $\tau = 20$  ms beträgt und damit größer als  $0,5 D = 12,5$  ms ist. Das gilt auch für die Wärmesenke mit 2 mm Wandstärke (Kurve 11) mit  $\tau = 60$  ms und die passive Wärmesenke (Kurve 12) mit  $\tau = 400$  ms. Für die aktive Wärmesenke mit 0,1 mm Wandstärke (Kurve 9) mit  $\tau = 10$  ms ist diese Bedingung dagegen nicht erfüllt. Die bei der Erfindung bevorzugte Bedingung  $\tau > D$  ist für diese Pulsdauer nur für die aktive Wärmesenke mit 2 mm Wandstärke (Kurve 11) und für die passive Wärmesenke (Kurve 12) erfüllt. Wie aus Fig. 2 deutlich hervorgeht, wird durch die erfindungsgemäße Anpassung der thermischen Zeitkonstante  $\tau$  an die Pulsdauer  $D$  eine vorteilhafte Verringerung der Temperaturänderungen während des Pulsdauer erreicht.

Im Gegensatz zu einem optoelektronischen Bauelement im Pulsbetrieb ist eine Vergrößerung der Wandstärke 7 oder die Verwendung einer passiven Wärmesenke für ein optoelektronisches Bauelement im cw-Betrieb unvorteilhaft, da sich in diesem Fall, wie in Figur 3 simuliert, nach längerer Betriebszeit ein höherer Wert der Temperaturerhöhung  $\Delta T$  einstellen würde. Dies ist dadurch begründet, daß die aktiv gekühlten Wärmesen-



ken mit einer vergrößerten Wandstärke 7 oder die passive Wärmesenke einen erhöhten thermischen Widerstand zwischen dem optoelektronischen Bauelement 1 und der Wärmesenke 3 aufweisen.

Für ein optoelektronisches Bauelement, das für die Verwendung im Pulsbetrieb vorgesehen ist, ist es durch die Dimensionierung der Wandstärke der Wärmesenke mit verhältnismäßig geringem Aufwand möglich, die thermische Zeitkonstante zu variieren und so eine an den Pulsbetrieb optimal angepaßte Wärmesenke bereitzustellen. Es sind aber auch anderer Alternativen zur Einstellung der thermischen Zeitkonstante  $\tau$  in Abhängigkeit von der vorgesehenen Pulsdauer denkbar. Beispielsweise könnte auch die Fläche und/oder die Dicke des Substrats, auf dem das optoelektronische Bauelement ausgebildet ist, variiert werden.

Die Erläuterung der Erfindung anhand des Ausführungsbeispiels ist selbstverständlich nicht als Einschränkung auf dieses zu verstehen. Vielmehr umfaßt die Erfindung die offenbarten Merkmale sowohl einzeln als auch in jeder Kombination miteinander, auch wenn diese Kombinationen nicht explizit in den Ansprüchen angegeben sind.

## Patentansprüche

1. Strahlungsemittierendes optoelektronisches Bauelement (1), das mit einer Wärmesenke (3) verbunden ist, und für einen gepulsten Betrieb mit der Pulsdauer  $D$  vorgesehen ist, wobei beim gepulsten Betrieb Temperaturänderungen des optoelektronischen Bauelements mit einer thermischen Zeitkonstanten  $\tau$  erfolgen, dadurch gekennzeichnet, daß die thermische Zeitkonstante  $\tau$  zur Verringerung der Amplitude der Temperaturänderungen an die Pulsdauer  $D$  angepaßt ist.
2. Optoelektronisches Bauelement nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß für die thermische Zeitkonstante  $\tau$  gilt:  $\tau > 0,5 D$ .
3. Optoelektronisches Bauelement nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß für die thermische Zeitkonstante  $\tau$  gilt:  $\tau > D$ .
4. Optoelektronisches Bauelement nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Temperaturänderungen geringer als  $\Delta T = 12 \text{ K}$  sind.
5. Optoelektronisches Bauelement nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß der gepulste Betrieb mit einer Pulsfrequenz im Bereich zwischen 0,1 Hz und 10 Hz erfolgt.
6. Optoelektronisches Bauelement nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß es eine optische Ausgangsleistung aufweist, die 20 W oder mehr beträgt.

7. Optoelektronisches Bauelement nach einem der vorhergehenden Ansprüche,  
dadurch gekennzeichnet, daß  
die Wärmesenke (3) aktiv gekühlt ist.
8. Optoelektronisches Bauelement nach Anspruch 7,  
dadurch gekennzeichnet, daß  
die Wärmesenke (3) einen oder mehrere von einem Kühlmittel durchströmte Mikrokanäle (6) aufweist.
9. Optoelektronisches Bauelement nach Anspruch 8,  
dadurch gekennzeichnet, daß  
eine an das optoelektronische Bauelement (1) angrenzende Wand der Wärmesenke eine Wandstärke (7) von 0,5 mm oder mehr aufweist.
10. Optoelektronisches Bauelement nach Anspruch 8,  
dadurch gekennzeichnet, daß  
eine an das optoelektronische Bauelement (1) angrenzende Wand der Wärmesenke eine Wandstärke (7) zwischen 1 mm und einschließlich 2 mm aufweist.
11. Optoelektronisches Bauelement nach einem der vorhergehenden Ansprüche,  
dadurch gekennzeichnet, daß  
die Wärmesenke (3) Kupfer enthält.
12. Optoelektronisches Bauelement nach einem der vorhergehenden Ansprüche,  
dadurch gekennzeichnet, daß  
das optoelektronische Bauelement (1) ein Laserdiodenbarren ist.
13. Verfahren zur Herstellung eines optoelektronischen Bauelements nach einem der Ansprüche 8 bis 12,  
dadurch gekennzeichnet, daß

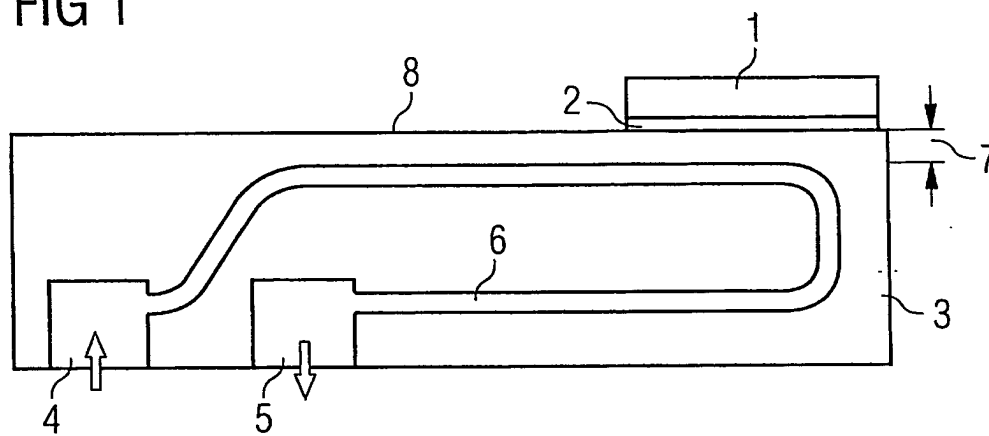
eine an das optoelektronische Bauelement (1) angrenzende Wand der Wärmesenke (3) eine Wandstärke (7) aufweist und die Temperaturänderung und/oder die Maximaltemperatur des Bauelements (1) im Betrieb durch die Dimensionierung der Wandstärke (7) eingestellt wird.

14. Verfahren zur Herstellung eines strahlungsemittierenden optoelektronischen Bauelements (1), das mit einer Wärmesenke (3) verbunden ist, und für einen gepulsten Betrieb mit der Pulsdauer  $D$  vorgesehen ist, wobei beim gepulsten Betrieb Temperaturänderungen des optoelektronischen Bauelements mit einer thermischen Zeitkonstanten  $\tau$  erfolgen, dadurch gekennzeichnet, daß die thermische Zeitkonstante  $\tau$  zur Verringerung der Amplitude der Temperaturänderung an die Pulsdauer  $D$  angepaßt wird.

15. Verfahren nach Anspruch 14, dadurch gekennzeichnet, daß die thermische Zeitkonstante  $\tau$  durch die Dimensionierung der Fläche und/oder der Dicke eines Substrats, auf dem das optoelektronische Bauelement (1) hergestellt wird, eingestellt wird.

1/2

FIG 1



2/2

FIG 2

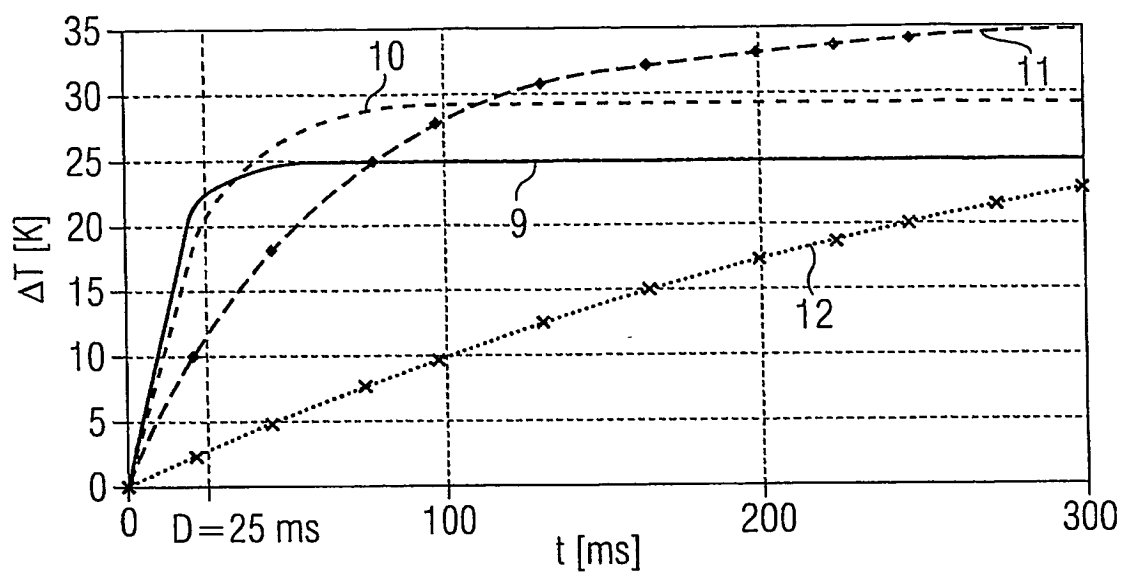
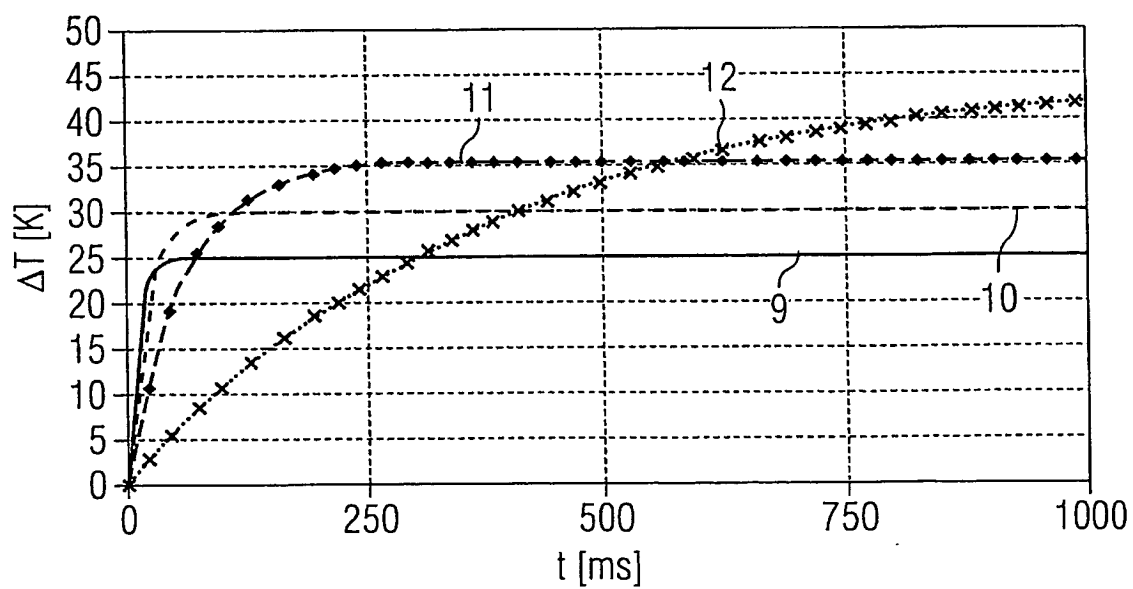


FIG 3



# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No  
PCT/DE2004/002603

**A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**  
IPC 7 H01S5/024

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

**B. FIELDS SEARCHED**

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)  
IPC 7 H01S H01L

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal, WPI Data, PAJ, INSPEC, COMPENDEX, IBM-TDB

**C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT**

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	US 5 978 396 A (DUCHEMIN ET AL) 2 November 1999 (1999-11-02)	1-7, 11-15
Y	column 3, lines 4-36; figures 2-4,9 column 4, lines 13-15,63-67 column 5, lines 9-46	8-10
X	ENDRIZ J G ET AL: "HIGH POWER DIODE LASER ARRAYS" IEEE JOURNAL OF QUANTUM ELECTRONICS, IEEE INC. NEW YORK, US, vol. 28, no. 4, 1 April 1992 (1992-04-01), pages 952-965, XP000272686 ISSN: 0018-9197	1,6-12
Y	page 956, right-hand column page 959, left-hand column; figure 17	8-10
	----- -/--	

☒ Further documents are listed in the continuation of box C.

☒ Patent family members are listed in annex.

\* Special categories of cited documents:

- \*A\* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- \*E\* earlier document but published on or after the international filing date
- \*L\* document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- \*O\* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- \*P\* document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

- \*T\* later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
- \*X\* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- \*Y\* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.
- \*G\* document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

15 February 2005

Date of mailing of the international search report

23/02/2005

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
Fax (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Laenen, R

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No

PCT/DE2004/002603

C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	PUCHERT R ET AL: "Influence of the mounting configuration on the transient thermal behavior of high power laser diode arrays" ELECTRONIC COMPONENTS AND TECHNOLOGY CONFERENCE, 1997. PROCEEDINGS., 47TH SAN JOSE, CA, USA 18-21 MAY 1997, NEW YORK, NY, USA, IEEE, US, 18 May 1997 (1997-05-18), pages 1254-1259, XP010234002 ISBN: 0-7803-3857-X the whole document	1,7,11, 12,14
X	----- US 2002/006146 A1 (MCMINN THEODORE S ET AL) 17 January 2002 (2002-01-17) paragraphs '0062! - '0066!; figures 7,9	1,7,14
X	----- PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 013, no. 103 (E-725), 10 March 1989 (1989-03-10) & JP 63 276286 A (NIPPON TELEGR & TELEPH CORP <NTT>), 14 November 1988 (1988-11-14) abstract	1,7,14
X	----- US 6 449 295 B1 (OSTROMEK TIMOTHY EVERETT) 10 September 2002 (2002-09-10) column 2, line 23 - column 4, line 8; figures 1,2 -----	1,7,11, 12,14



# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No

PCT/DE2004/002603

Patent document cited in search report		Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 5978396	A	02-11-1999	FR 2736764 A1	17-01-1997
			DE 69624209 D1	14-11-2002
			DE 69624209 T2	10-07-2003
			EP 0781463 A1	02-07-1997
			WO 9703487 A1	30-01-1997
			JP 10507318 T	14-07-1998
US 2002006146	A1	17-01-2002	US 6272164 B1	07-08-2001
			US 6144684 A	07-11-2000
			US 5734672 A	31-03-1998
			DE 69710002 D1	14-03-2002
			DE 69710002 T2	18-07-2002
			EP 0823759 A2	11-02-1998
			IL 121485 A	26-07-2000
			JP 3384950 B2	10-03-2003
			JP 10190134 A	21-07-1998
			JP 2001203418 A	27-07-2001
JP 63276286	A	14-11-1988	JP 2582368 B2	19-02-1997
US 6449295	B1	10-09-2002	EP 1238447 A1	11-09-2002
			WO 0139338 A1	31-05-2001

# INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/DE2004/002603

## A. KLASSTIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES

IPK 7 H01S5/024

Nach der internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

## B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierte Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)

IPK 7 H01S H01L

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

EPO-Internal, WPI Data, PAJ, INSPEC, COMPENDEX, IBM-TDB

## C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	US 5 978 396 A (DUCHEMIN ET AL) 2. November 1999 (1999-11-02)	1-7, 11-15
Y	Spalte 3, Zeilen 4-36; Abbildungen 2-4,9 Spalte 4, Zeilen 13-15,63-67 Spalte 5, Zeilen 9-46	8-10
X	ENDRIZ J G ET AL: "HIGH POWER DIODE LASER ARRAYS" IEEE JOURNAL OF QUANTUM ELECTRONICS, IEEE INC. NEW YORK, US, Bd. 28, Nr. 4, 1. April 1992 (1992-04-01), Seiten 952-965, XP000272686 ISSN: 0018-9197	1,6-12
Y	Seite 956, rechte Spalte Seite 959, linke Spalte; Abbildung 17	8-10
	----- -/--	

☒ Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen

☒ Siehe Anhang Patentfamilie

\* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

\*A\* Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

\*E\* älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

\*L\* Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

\*O\* Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

\*P\* Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

\*T\* Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

\*X\* Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfindertischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

\*Y\* Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfindertischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

\*G\* Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

15. Februar 2005

Absenddatum des internationalen Recherchenberichts

23/02/2005

Name und Postanschrift der internationalen Recherchenbehörde

Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Laenen, R

## C.(Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	<p>PUCHERT R ET AL: "Influence of the mounting configuration on the transient thermal behavior of high power laser diode arrays"</p> <p>ELECTRONIC COMPONENTS AND TECHNOLOGY CONFERENCE, 1997. PROCEEDINGS., 47TH SAN JOSE, CA, USA 18-21 MAY 1997, NEW YORK, NY, USA, IEEE, US, 18. Mai 1997 (1997-05-18), Seiten 1254-1259, XP010234002 ISBN: 0-7803-3857-X das ganze Dokument</p>	1,7,11, 12,14
X	<p>US 2002/006146 A1 (MCMINN THEODORE S ET AL) 17. Januar 2002 (2002-01-17) Absätze '0062! - '0066!; Abbildungen 7,9</p>	1,7,14
X	<p>PATENT ABSTRACTS OF JAPAN Bd. 013, Nr. 103 (E-725), 10. März 1989 (1989-03-10) &amp; JP 63 276286 A (NIPPON TELEGR &amp; TELEPH CORP &lt;NTT&gt;), 14. November 1988 (1988-11-14) Zusammenfassung</p>	1,7,14
X	<p>US 6 449 295 B1 (OSTROMEK TIMOTHY EVERETT) 10. September 2002 (2002-09-10) Spalte 2, Zeile 23 - Spalte 4, Zeile 8; Abbildungen 1,2</p>	1,7,11, 12,14

# INTERNATIONALE RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/DE2004/002603

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
US 5978396	A	02-11-1999	FR 2736764 A1 17-01-1997
		DE 69624209 D1 14-11-2002	
		DE 69624209 T2 10-07-2003	
		EP 0781463 A1 02-07-1997	
		WO 9703487 A1 30-01-1997	
		JP 10507318 T 14-07-1998	
US 2002006146	A1	17-01-2002	US 6272164 B1 07-08-2001
		US 6144684 A 07-11-2000	
		US 5734672 A 31-03-1998	
		DE 69710002 D1 14-03-2002	
		DE 69710002 T2 18-07-2002	
		EP 0823759 A2 11-02-1998	
		IL 121485 A 26-07-2000	
		JP 3384950 B2 10-03-2003	
		JP 10190134 A 21-07-1998	
		JP 2001203418 A 27-07-2001	
JP 63276286	A	14-11-1988	JP 2582368 B2 19-02-1997
US 6449295	B1	10-09-2002	EP 1238447 A1 11-09-2002
		WO 0139338 A1 31-05-2001	